

# **Incorporación de Información Satelital Grillada para la Producción de una Base de Datos de Temperaturas Mínimas de Alta Resolución**

Alfaro Pablo<sup>1</sup>, Scavino Marco<sup>2</sup>, Moreno Leonardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad de la República  
Julio Herrera y Reissig 565, Montevideo, Uruguay  
[pabloalfaropineyro@gmail.com](mailto:pabloalfaropineyro@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República,  
Eduardo Acevedo 1139, Montevideo, Uruguay  
[mescavino@iesta.edu.uy](mailto:mescavino@iesta.edu.uy), [mrleo@iesta.edu.uy](mailto:mrleo@iesta.edu.uy)

**Palabras Clave:** Meteorología, Climatología, Raster, Kriging, Big Data.

## **1 Introducción**

El objetivo principal de este trabajo de tesis es mejorar, en términos predictivos, el desempeño de los modelos geoestadísticos clásicos de interpolación espacial para medidas de temperatura mínima del aire a 2m, registrada por las redes de estaciones de observación meteorológica del Uruguay operadas por INUMET e INIA.

Basado en la experiencia de [1], se propone el uso de Kriging Universal, que permite la incorporación de información grillada de alta resolución, empleándose en este caso imágenes de la plataforma MODIS proporcionada por NASA y de libre acceso.

En consideración de que todas las bases utilizadas tienen datos faltantes y outliers, se han desarrollado técnicas ad-hoc que permitieron la depuración y reconstrucción del producto satelital. Asimismo, se hizo necesario aplicar algoritmos supervisados de control de calidad para depurar la base de datos puntual de las estaciones.

Estas bases de gran tamaño trasladan el problema al área de Big Data, por lo que uno de los desafíos computacionales del trabajo es lograr resultados en tiempos de máquina razonables mediante técnicas de computación de alta performance (HPC), compresión de información, y el uso de caches y estructuras de datos eficientes.

La técnica propuesta permite obtener campos interpolados de temperatura mínima, que respetan características locales de la orografía tales como la distancia a los grandes cuerpos de agua, la variación latitudinal y variaciones de pequeña escala asociadas a características como la elevación o la inclinación del terreno.

Mediante validación cruzada se compararon los modelos clásicos con los nuevos propuestos, observándose en los últimos una mejora de su capacidad predictiva.

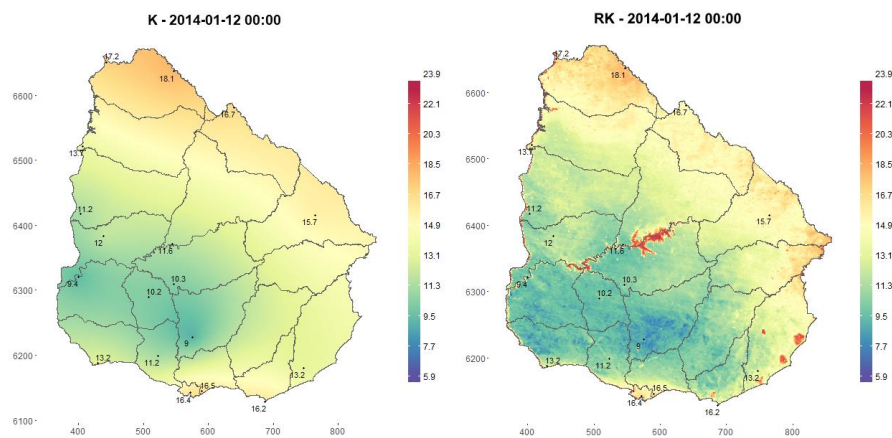
## 2 Materiales y Métodos

El principal método empleado es Kriging Universal [2], el cual permite modelar la autodependencia espacial de variables regionalizadas incorporando regresores externos y posibilita obtener valores interpolados más fiables en ubicaciones desconocidas.

El código se desarrolló en R y, debido al tamaño de los datos satelitales, se emplearon técnicas de HPC, como descomposición de dominio, y Big Data, como progressive loading, para tratar el problema. Se incorporaron descargas paralelas y HTTP Keep Alives a los métodos para descarga de información de MODIS del paquete `rts`, mejorándose notoriamente las velocidades y robustez de acceso a datos. Las mejoras fueron contribuidas al paquete y están disponibles en <https://github.com/babaknaimi/rts>.

## 3 Resultados

La Figura 1 muestra las diferencias entre la aplicación de las técnicas clásicas (Kriging Ordinario) contra la nueva técnica propuesta (Kriging Universal usando Temperatura de Superficie Terrestre de MODIS como regresor). La nueva técnica propuesta alcanza un mayor nivel de detalle, mostrando variaciones de pequeña escala a la vez que se reducen el sesgo y la magnitud de los errores de validación cruzada cometidos.



**Fig. 1.** A la izquierda Kriging Ordinario, a la derecha Kriging Universal.

## Referencias

1. Vancutsem, C., Ceccato, P., Dinku, T., and Connor, S. J.: Evaluation of MODIS land surface temperature data to estimate air temperature in different ecosystems over Africa. *Remote Sensing of Environment*, (2010) 114(2):449–465.
2. Chiles, J.-P. and Delfiner, P. *Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty*. Wiley series in probability and statistics. Applied probability and statistics section, pages xi, 695. (1999).